

Opgaven Kunstmatige Intelligentie

selectie juni 2022

30 Lex en Mary gaan soms uit, en komen elkaar dan wel eens tegen. Of ze uitgaan hangt vooral van het weer af. We hebben de volgende kansen, waarbij Z staat voor weer, L respectievelijk M voor Lex/Mary gaat uit, en O voor ontmoeting. Een kleine letter z betekent mooi weer, een streep boven een letter staat voor de ontkenning. Er geldt: $P(z) = 0.3$, $P(\ell|z) = 0.6$, $P(\ell|\bar{z}) = 0.1$, $P(m|z) = 0.8$, $P(m|\bar{z}) = 0.3$, $P(o|\ell, m) = 0.9$, $P(o|\bar{\ell}, m) = 0.5$, $P(o|\ell, \bar{m}) = 0.5$ en $P(o|\bar{\ell}, \bar{m}) = 0.0$.

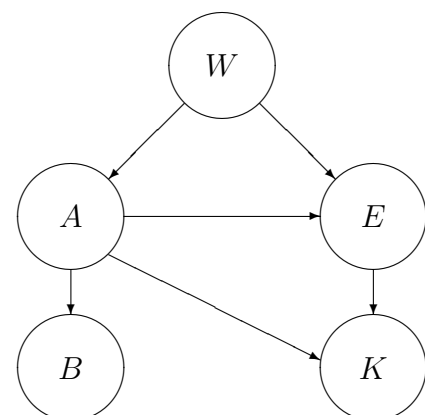
- Teken het bijbehorende Bayesiaanse netwerk.
- Wat is de kans dat het zonnig is gegeven dat Lex en Mary elkaar ontmoeten? (Geef zonder al te veel details aan hoe de berekening verloopt.)
- En wat is de kans dat Lex en Mary elkaar ontmoeten als het zonnig is?
- Er zijn vier soorten queries; noem deze en leg ze kort uit. Tot welke soort horen de queries van **b** en **c**?
- Maak een nieuw netwerk, waarbij de twee knopen die met uitgaan te maken hebben gecombineerd worden tot één knoop. Geef de bijbehorende voorwaardelijke kanstabellen. Wat is het voordeel van een dergelijke aanpassing van het netwerk?

31 a. Of we gaan TV-kijken hangt af van het weer (mooi/slecht) en of we het druk hebben (ja/nee). Teken het bijbehorende *Bayesiaanse netwerk*, zowel voor iemand die in een strandtent werkt als voor een ambtenaar. Zorg voor twee verschillende netwerken, en maak de keuzes aannemelijk. Welke kanstabellen moeten gegeven worden?

- Er zijn vier soorten queries; noem deze en leg ze kort uit.
- Geef van elke soort query een voorbeeld uit een van de netwerken van **a**.
- In een verre toekomst hangen voor een ambtenaar zowel het weer als het feit dat we het druk hebben af van het humeur van de leider. Maak allereerst het bijbehorende Bayesiaanse netwerk.
- Leg uit wat de “cutset conditioning methode” is, hoe deze werkt aan de hand van dit netwerk, en waarvoor deze in het algemeen gebruikt wordt.

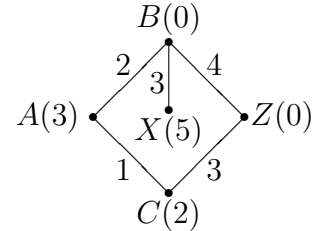
33 a. We hebben een *Bayesiaans netwerk* voor het verband tussen het winnen van een prijs (W) en het blij zijn van een gezin, bestaande uit ouders Alfred (A) en Ellen (E), zoon Kurt (K) en hond Bonzo (B). We gebruiken kleine letters als volgt: b betekent dat Bonzo blij is, \bar{w} betekent dat de prijs niet gewonnen is, etcetera. Welke kanstabellen moeten gegeven zijn, en met welke kansen erin?

- Geef een voorbeeld van een voorwaardelijke onafhankelijkheid, beginnend met $P(B|A) = \dots$
- Druk de kans $P(b|\bar{w})$ dat Bonzo blij is, gegeven dat de prijs niet is gewonnen, uit in uit de tabellen bekende kansen.



- d. Idem voor Kurt: $P(k|\bar{w})$.
- e. Druk de kans $P(a|\bar{b}, w)$ dat Albert blij is, gegeven dat de prijs is gewonnen, maar Bonzo niet blij is, uit in uit de tabellen bekende kansen.
- f. Er zijn vier soorten queries; noem deze en leg ze kort uit. Tot welke soort(en) behoren de queries van **c**, **d** en **e**?

13 a. Leg het A^* -*algoritme* en het IDA*-*algoritme* uit. Geef de verschillen duidelijk aan. Geef expliciet de formule voor f (wat stellen g en h voor?) en denk aan de stop-conditie.



b. We bekijken nevenstaande *ongerichte* graaf. Beginknoop is A , doelknoop is Z . Bij de knopen staat tussen haakjes de waarde van de admissible heuristische functie h .

Voer het A^* -algoritme uit. Gebruik zonnodig de pathmax equation. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, en met name in welke volgorde de knopen ontwikkeld worden. Indien er hierbij keuzes mogelijk zijn, geef ze dan allemaal.

c. Idem, maar nu het IDA*-algoritme.

d. Nu gaan we weer van A naar Z , maar moeten intussen in X een pakje ophalen. Wat zijn nu toestanden (hint: er zijn er 9 of 10)? Hoe moeten we de heuristische functie h uitbreiden? Geef de best mogelijke h , en laat zien hoe IDA* in het gunstigste geval verloopt.

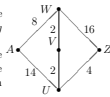
Tentamen Kunstmatige intelligentie
Universiteit Leiden — Informatica
Maandag 18 juni 2018, 10:00–13:00 uur



Geef korte, duidelijke toelichting. Het tentamen is (hopelijk) nageleken op maandagmiddag 25 juni: Snellius kamer 159. Zie www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/AI/.

Opgave 1: A^*/IDA^* (20 punten)

- a.** (6 punten) Leg het A^* -algoritme en het IDA*-algoritme uit. Geef de verschillen duidelijk aan. Geef expliciet de formule voor f (wat stellen g en h voor?) en denk aan de stop-conditie.
- b.** (6 punten) We bekijken nevenstaande *ongerichte* graaf, waarin twee tweelingbroers elkaar willen ontmoeten. In de begintoestand bevindt de één zich in A en de ander in Z ; elke keer moeten ze beiden tegelijk een stap doen. De "kosten" zijn de som van de twee afzonderlijke stappen. Een toestand bestaat uit de positie van de broers, ongewordend. Stel dat we een admissible heuristiek h hebben, die voor elk van de 15 toestanden een waarde geeft, en in doeltstanden (beide broers op dezelfde plek) uiteraard 0 is. Verder is h in de begintoestand ook 0. Voer het A^* -algoritme uit: geef steeds de "fringe". Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, en in welke volgorde de knopen ontwikkeld worden. (Je hoeft weinig kennis van h te gebruiken!)
- c.** (4 punten) Idem, maar nu het IDA*-algoritme. Afhankelijk van h zijn er in essentie twee gedragingen van het algoritme. Laat deze beide duidelijk zien.
- d.** (4 punten) Geef een andere waarde van de admissible heuristiek h voor de begintoestand (en eventueel ook van andere toestanden) zodanig dat het A^* -algoritme de *pathmax equation* nodig heeft. De heuristiek h is nu niet *consistent* meer. Leg dit allemaal uit.



Opgave 2: α - β -algoritme (25 punten)

- Bekijk het volgende tweepersons spel, gespeeld door Wit en Zwart. Wit begint (zie beginstand hiernaast), en daarna doet Zwart een zet, en dan is het spel klaar. Wit heeft een koning ♔ en een loper ♞, Zwart een koning ♚ en een toren ♖.
- Een koning kan naar alle lege direct aangrenzende vakjes (horizontaal, verticaal, diagonaal), een loper naar alle lege diagonaal direct aangrenzende vakjes, en een toren naar alle lege horizontaal of verticaal direct aangrenzende vakjes. Wit wint als na de twee zetten haar loper ♞ kan "slaan" (dus er schijn naast staat). Zwart wint als na de twee zetten zijn toren ♖ kan "slaan"; anders is het remise. Het is ook remise als beide koningen "geslagen" kunnen worden. Men wint met als aantal punten het product van rij- en kolomnummer van de koning van de tegenstander die geslagen kan worden. Er wordt dus niet echt geslagen in dit spel, koningen mogen naast elkaar staan, en stukken kunnen naar één vakje bewegen.
- Een voorbeeldspel: ♞ naar (rij, kolom) = (1, 2), ♚ naar (2, 3); Zwart wint met $1 \cdot 3 = 3$ punten. Een tweede spel: ♞ naar (2, 2), ♚ naar (3, 2); Wit wint met $3 \cdot 2 = 6$ punten.
- a.** (6 punten) Beschrijf in woorden het *expecti-minimax-algoritme*. Wat doet het algoritme in max-knopen, min-knopen, kansknopen, bladeren (twee soorten), ...?
- b.** (7 punten) Maak de spelboom en bereken de minimax-waarde. Tip: teken duidelijk de 4 kinderen; er zijn 15 kleinkinderen.
- c.** (3 punten) Bereken de expecti-minimax-waarde voor de versie waarin (alleen) de zet voor Wit random is, en al die zetten even waarschijnlijk zijn. En idem voor de versie waarin (alleen)

- de zet voor Zwart random is, en al die zetten (per situatie) even waarschijnlijk zijn.
- d.** (3 punten) Leg uit waarom de waarde van **b** automatisch tussen de twee waarden van **c** terecht komt.
- e.** (6 punten) Voer het α - β -algoritme uit voor de "gewone" versie (als bij b). Zorg ervoor dat de ordening van de knopen zo is dat er *precies drie maal* gesnoeid kan worden. Geef een korte rechtvaardiging voor het snoeien.

Opgave 3: ID3 & Neuronale netwerken (20 punten)

We willen weten of iemand *ges(chikt)* is voor een baan, op grond van sollicitaties uit het verleden met informatie over opleiding, ervaring en enthousiasme.

a. (6 punten) Leg het ID3-algoritme uit. Onderscheid hierbij vier gevallen voor de knopen: geen voorbeelden meer (wat gebeurt er dan?), ...

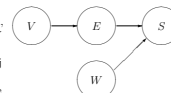
	opl	erv	enth	ges
1	+	+	ja	+
2	+	±	nee	-
3	+	-	ja	+
4	-	-	nee	-
5	-	+	ja	+

Geef benodigde formules, zoals die voor entropie $H(p, n)$ bij p positieve en n negatieve gevallen; en die voor entropie na afsloep van het splitsen op een attribuut met v waarden.

- b.** (7 punten) Voer het ID3-algoritme uit voor bovenstaande database. Gebruik hierbij dat geldt $-\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} \approx 0.9$.
- c.** (4 punten) Noem twee problemen die het ID3-algoritme heeft.
- d.** (3 punten) Laat de kolom *erv* weg. Waarom kan een perceptron dit probleem leren? Verwissel een - en een + in de laatste kolom zodanig dat dit niet meer lukt. Leg uit.

Opgave 4: Bayesiaanse netwerken (20 punten)

We hebben een *Bayesiaans netwerk* met vier knopen, bedoeld voor een fietser: V (voeding), E (energie), W (wind) en S (snelheid), zie hiernaast.



- a.** (3 punten) Hoeveel en welke kansen moeten hierbij gegeven zijn?
- b.** (3 punten) Geef een voorbeeld van een voorwaardelijke onafhankelijkheid die er uitziet als $P(S|...) = \dots$
- c.** (5 punten) Neem bij dit onderdeel aan dat alle in **a** genoemde kansen 0.5 zijn. Je mag twee kansen veranderen zodat S een *Noisy-OR* knoop wordt. Geef aan welke je zou kiezen en hoe je ze wijzigd. Welke mogelijkheden zijn er?
- d.** (4 punten) Geef de vier soorten queries, en van elk een voorbeeld uit het netwerk. Eén van de voorbeelden moet de query van **e** zijn.

e. (5 punten) Druk de kans dat de wind goed staat, gegeven dat je snel fietst maar dat de voeding slecht is, uit in "bekende" kansen. Gebruik hier de vertrouwde notatie: kleine letters staan voor het waar (offewel goed) zijn van de variabele met de bijbehorende hoofdletter.

Opgave 5: Theorie (diversen) (15 punten)

- a.** (5 punten) Geef een PEAS-omschrijving van een voetbalwedstrijd voor robotspelers. Geef per letter 1) de betekenis en 2) een zin met een tweetal steekwoorden.
- b.** (5 punten) Stel dat je in een parallel universum "boter, kaas en eieren" altijd kan winnen. Heb je het dan *ultra-zwak*, *weak* of *sterk* opgelost? Leg de drie begrippen ook uit.
- c.** (5 punten) We kijken in een neurale netwerk naar het gewicht w op de verbinding van een verborgen knoop met activatie a naar de ene uitvoerknoop. Doelwaarde is t , en de net-uitvoer is $g = g(w \cdot a + \dots)$ bij activatiefunctie g . We definiëren de fout als $E = \frac{1}{2}(g - t)^2$. Leid met gradient descent de updateregul $w \leftarrow w + \dots$ af, voor leersnelheid α .

www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/AI/, zie college(video) 25 mei 2022

Video's met uitleg over opgaven 31 en 33: www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/AI/

Alle opgaven:

www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/AI/opgaven1.pdf
www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/AI/opgaven2.pdf